

I nomi ed i riferimenti riportati sono di fantasia

RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA

Premessa

La Sig.ra Maria Rossi è proprietaria dell'antica masseria "Le mele" sita in agro di AAA in località Materdomio e censita nel NCEU di AAA al Foglio 1224 part.ile n.ri 14, 17, 119,210, 211, 212, 213, 214, 217, e 218, dove vive e risiede stabilmente.

Confinanti con la proprietà della Sig. Rossi sono le particelle di terreno n.ri 122 e 219 in testa ai Sigg. Francesco Bianchi ed Angelo Verdi (comproprietari per ½ ciascuno in regime di separazione dei beni) sulle quali di recente sono stati posti in opera due aerogeneratori modello XXX da 55 kW o simili.

Il primo è ubicato in prossimità del confine fra le due proprietà ed è direttamente visibile dall'abitazione della Sig.ra Rossi (Figura 1 e Figura 2), il secondo invece è posto ad una distanza maggiore (Figura 3).



Figura 1 – Visuale dal cortile interno della masseria "Le Mele"



Figura 2 - Visuale dal cortile interno della masseria "Le Mele"

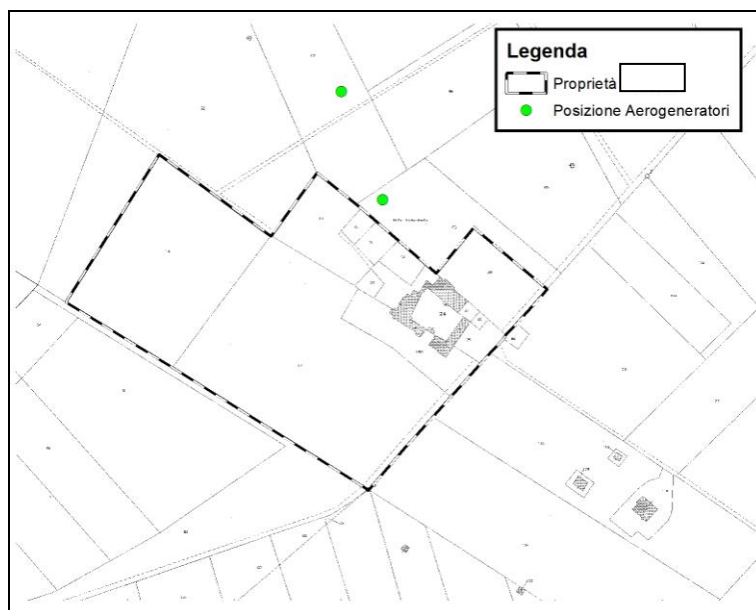


Figura 3 - Planimetria generale

Per buona parte della giornata e soprattutto durante la notte la Sig.ra Rossi lamenta immissioni di rumore moleste provenienti dai suddetti aerogeneratori che, a suo dire, superano la normale tollerabilità, impedendole il riposo notturno e compromettendo l'abitabilità della sua abitazione con grave danno alla salute oltre che economico.

Pertanto la Sig.ra Rossi ha incaricato il sottoscritto ing. Sergio Scardia, tecnico competente in acustica ai sensi della Legge 26/10/95 n. 447, art. 2, commi 6, 7 e 8, giusta determinazione del dirigente settore ecologia della Regione Puglia (rif. Det. N. 75 del 14/07/99, pubblicata sul BURP n. 80 del 29/07/99), di quantificare con rilievi fonometrici i valori dei livelli sonori riscontrabili nella sua proprietà dovuti alle suddette immissioni e confrontarli con i limiti di tollerabilità previsti dalla giurisprudenza.

Quadro di riferimento giuridico.

Il concetto di “normale tollerabilità” è introdotto dall'art.844 del c.c. nell'ambito della disciplina dei rapporti tra fondi confinanti, ed è applicato in giurisprudenza in base al “criterio comparativo” introdotto dalla Corte d'Appello di Milano (28/12/76 in FI 1977, I, 2036), e confermato da successive numerose sentenze¹.

¹ Cass. 72/1621 e 96/161; Corte di Appello di Milano, 9 maggio 1986, in: Foro it. 1986, I, 2870; Pretura Taranto, 17 giugno 1988, in: Giur. agr. 1989, 440; Tribunale di Savona, 31 gennaio 1990, in: Giur. it. 1991, I, 2, 606; Tribunale di Milano, 10 dicembre 1992, in: Resp. civ. e prev. 1993, 995; Corte di Appello di Milano, 17 luglio 1992, in: Giur. it. 1994, Pag. 3

In pratica “*per valutare il limite di tollerabilità delle immissioni sonore occorre tener conto della rumorosità di fondo della zona in relazione alla reattività dell'uomo medio, rettamente il giudice di merito ritiene eccedenti il limite normale le immissioni che superano di 3 Decibel la rumorosità di fondo*” (Cass. Sez. 2, 6/1/1978 n.38), dove la rumorosità di fondo della zona è “*quel complesso di suoni di origine varia e spesso non identificabili, continui e caratteristici dei luoghi, sui quali si innestano di volta in volta rumori più intensi prodotti da voci, veicoli, ecc.*”(Cass. 4.12.78 n.5695).

Il caso specifico riguarda una masseria ed alcune particelle di terreno agricolo site in posizione tale da non risentire della rumorosità della rete viaria (la strada più vicina è la S.P. AAA-BBB che dista circa 500 m) e nelle cui vicinanze non esistono altre sorgenti sonore se non i due aerogeneratori di che trattasi.

Il rumore di fondo in questo caso coincide con il valore del $L_{Aeq,T}$ riscontrabile nei periodi in cui gli aerogeneratori sono fermi.

Definizioni e metodologia di analisi

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16/03/1998 dal titolo “*Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico*” stabilisce, in accordo con la raccomandazione internazionale ISO 1996, che il rumore, sia esso ambientale o di fondo, è quantificabile attraverso il “Livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A” (sigla $L_{Aeq,T}$) che si ricorda essere un numero adimensionale, calcolato tramite integrazione dei valori della pressione sonora rilevati in un dato intervallo temporale di misura, e che è proporzionale all'energia media posseduta dal campo sonoro nel punto di osservazione.

La sigla “*dB(A)*” convenzionalmente posta a fianco del valore calcolato di $L_{Aeq,T}$ sta ad indicare che tale parametro è espresso in scala logaritmica con base 10 (scala decibel), e che i valori della pressione sonora misurati sono corretti, in frequenza, dalla “curva di ponderazione A” per riprodurre la diversa sensibilità dell'orecchio medio normo-udente alle varie bande di terza d'ottava.

I, 2, 717; Tribunale di Perugia, 13 marzo 1993, e Tribunale di Orvieto, 5 aprile 1993, entrambe in: Rass. giur. umbra 1993, 635; Pretura Taranto, 19 novembre 1993; Tribunale Como, 21 maggio 1996, in: Arch. locazioni 1997, 103; Tribunale Orvieto, 14 aprile 1997, in: Rass. giur. umbra 1997, 343

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti secondo il protocollo definito dal DM 16/03/1998, con tempi di misura ritenuti congrui a rappresentare i fenomeni sonori osservati, ed in assenza di precipitazioni; tutti i valori di pressione sonora corrispondenti a velocità del vento al suolo superiori a 5 m/s sono stati esclusi dal calcolo del $L_{Aeq,T}$.

La prima postazione di rilievo (rif. postazione P1) è stata scelta all'interno del cortile della masseria; la seconda (rif. postazione P2) nei pressi del muro di recinzione della proprietà; la terza (rif. postazione P3) all'interno dell'abitazione della Sig.ra Rossi (Figura 4).

In tutti i casi la differenza di calibrazione della catena di misura prima e dopo ogni rilievo è risultata inferiore a 0,5 dB.

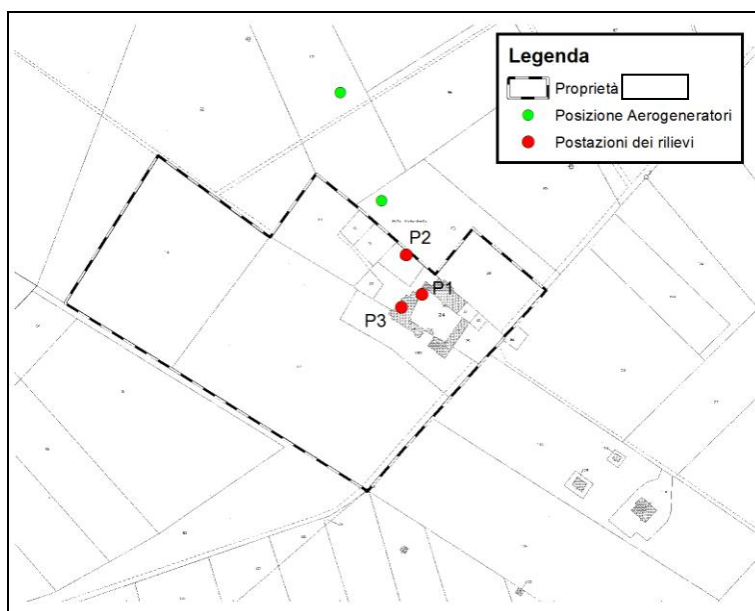


Figura 4 – posizione postazioni dei rilievi fonometrici

Risultati dei rilievi

Il funzionamento degli aerogeneratori dipende dal regime del vento in quota e le loro emissioni sonore sono pertanto variabili per intensità, tipologia e direzione.

Ciascun aerogeneratore produce due tipi di emissioni sonore:

- il rumore aerodinamico dovuto alla rotazione delle pale, che assume connotazione impulsiva all'aumentare della velocità del vento;
- il rumore della rotazione dei meccanismi di produzione dell'energia elettrica, che invece ha natura tonale a basse frequenze.

Si ha poi la direzionalità verticale ed orizzontale delle emissioni sonore che risultano maggiori o minori a secondo che ci si trovi sottovento o sopravvento, e si rileva che i due macchinari di che trattasi possono non operare sempre contemporaneamente ma anche in maniera alternata.

Per tali ragioni e per ottenere la migliore descrizione dei fenomeni sonori in esame è stato eseguito il monitoraggio continuo delle immissioni sonore nella proprietà della sig.ra Rossi secondo il calendario riportato in Tabella 1.

Tabella 1

Data	Postazione	Tempo di misura	Tipo di misura
21/09/2013 - 22/09/2013	P1	18:54-06:43 (12 ore circa)	Calcolo $L_{Aeq,T}$ ed Analisi spettrale per bande 1/3 d'ottava
22/09/2013	P1	13:00-19:09 (6 ore circa)	Calcolo $L_{Aeq,T}$
23/09/2013 – 24/09/2013	P2	16:34 – 16:34 (24 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$
24/09/2013 – 25/09/2013	P2	17:12 – 08:12 (15 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$ ed Analisi spettrale per bande 1/3 d'ottava
25/09/2013 – 26/09/2013	P2	09:40 – 09:40 (24 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$
26/09/2013 – 27/09/2013	P3	10:12 – 09:25 (24 ore circa)	Calcolo $L_{Aeq,T}$
27/09/2013	P3	11:07 - 18:07 (7 ore circa)	Calcolo $L_{Aeq,T}$ ed Analisi spettrale per bande 1/3 d'ottava
27/09/2013 – 28/09/2013	P3	18:29 – 09:29 (15 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$ ed Analisi spettrale per bande 1/3 d'ottava
28/09/2013 – 29/09/2013	P3	11:56 – 11:52 (24 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$
30/09/2013 – 01/10/2013	P3	19:15 – 10 15 (15 ore)	Calcolo $L_{Aeq,T}$ ed Analisi spettrale per bande 1/3 d'ottava

Dai rilievi sono stati esclusi alcuni eventi che non risultano significativi della rumorosità ambientale o del rumore di fondo quali i minuti iniziali di ciascun rilievo per la presenza degli operatori in corrispondenza del microfono, i periodi di funzionamento di apparecchi elettroacustici (televisioni, radio etc), altri rumori sporadici prodotti da animali (cani) o di altre attività antropiche svolte sempre in prossimità del microfono.

Nelle figure seguenti sono illustrate le time histories dei livelli di pressione sonora e/o gli spettrogrammi con le relative parti ritenute significative per i fini di cui in narrativa.

Postazione P1 – Rilievi eseguiti dal 21/09/2013 al 22/09/2013



Figura 5 - postazione P1

La time history del livello di pressione sonora dei rilievi eseguiti fra sabato 21/09/2013 e domenica 22/09/2013 indica due differenti regimi di funzionamento degli aerogeneratori: il primo (rif. Figura 6) durante il quale la velocità di rotazione è sostenuta ed il rumore ambientale è chiaramente dominato dalle emissioni sonore degli aerogeneratori; il secondo (rif. Figura 7) durante il quale la velocità di rotazione è ridotta e le emissioni sonore sono confrontabili con il rumore di fondo.

Nella Figura 6 sono evidenziati con colore grigio gl'intervalli di tempo nei quali la rumorosità ambientale è certamente attribuibile ai soli generatori e rispetto ai quali risulta un valore del $L_{Aeq,T}$ di 45,3 dB(A); analogamente in Figura 7 sono evidenziati i periodi di tempo corrispondenti ad una rumorosità prossima a quella di fondo nel punto di misura e rispetto ai quali risulta un valore del $L_{Aeq,T}$ di 35,8 dB(A).

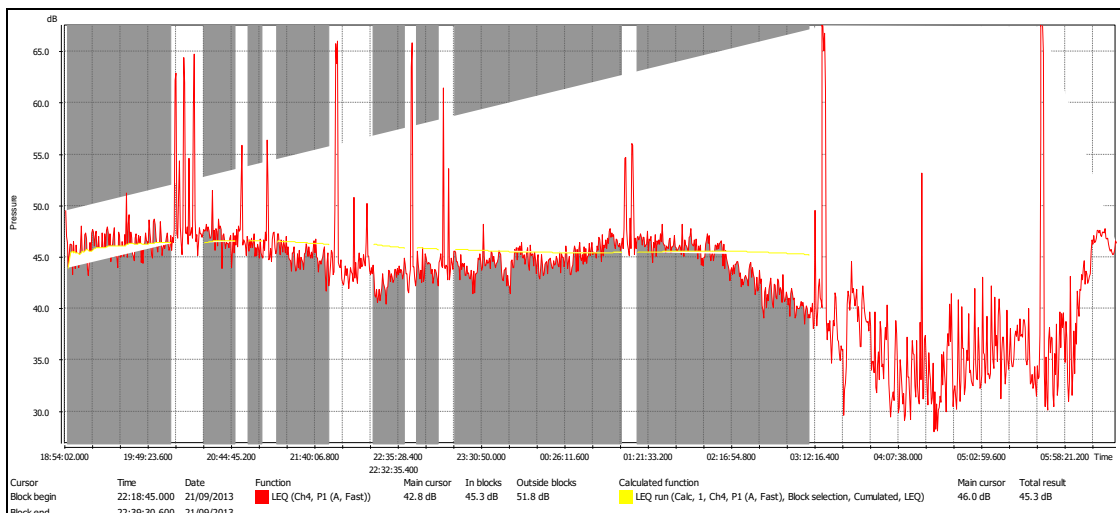


Figura 6 - Time history relativa ai rilievi eseguiti fra sabato 21/09/2013 e domenica 22/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 45,3 dB(A).

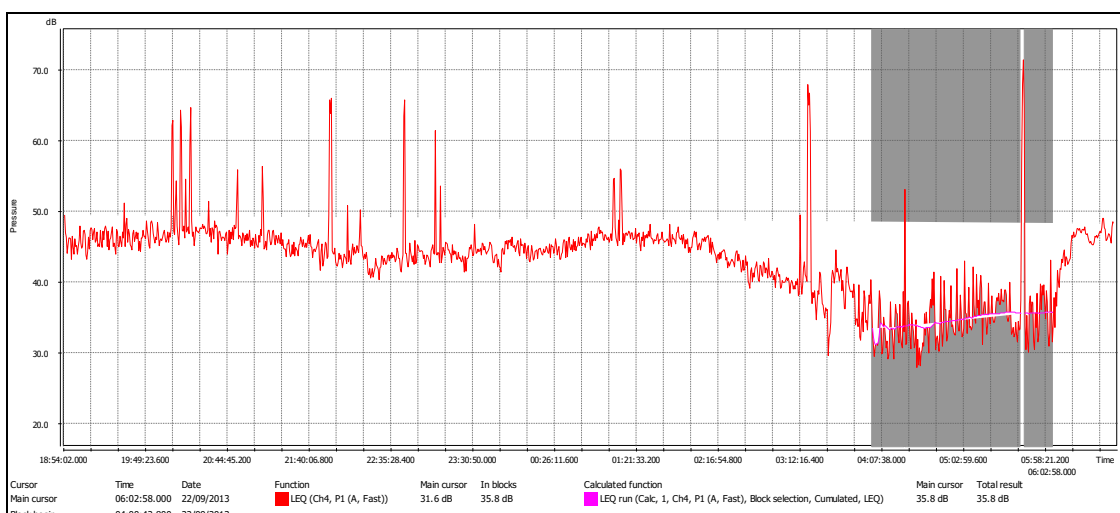


Figura 7 - Time history relativa ai rilievi eseguiti fra sabato 21/09/2013 e domenica 22/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 35,8 dB(A).

Lo spettrogramma (rif. Figura 8) evidenzia la presenza di toni a basse frequenze (20 Hz–31,5 Hz) prodotti dai sistemi rotanti degli aerogeneratori che, tuttavia, non si configurano come componenti tonali ai sensi del DM 16/03/1998.

Si rileva distintamente anche il rumore aerodinamico di tipo impulsivo delle pale che in questo caso, stante la velocità di rotazione delle pale, non raggiunge ancora i requisiti per l'applicazione del fattore di correzione $K_1=+3$ dB(A) al $L_{Aeq,T}$, di cui al DM 16/03/1998.

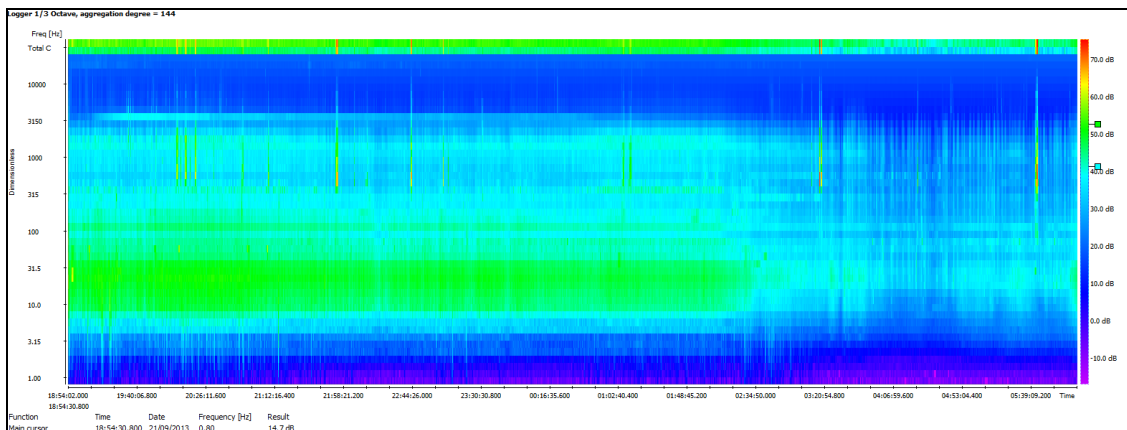
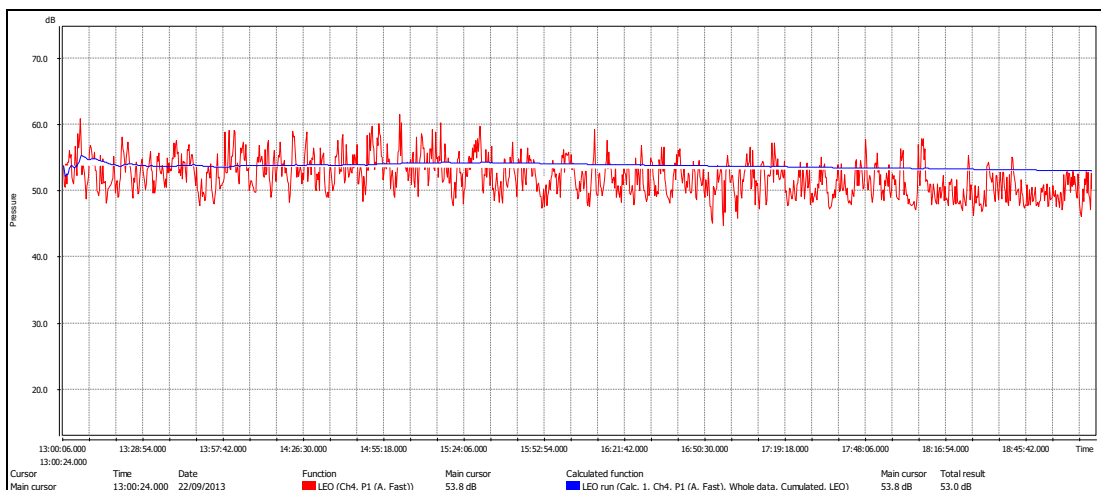


Figura 8 – Spettrogramma dei rilievi eseguiti fra sabato 21/09/2013 e domenica 22/09/2013.

Poiché al termine del primo ciclo di misure è stato osservato un incremento del regime di funzionamento degli aerogeneratori, è stato eseguito altro rilievo in data 22/09/2013 (rif. Figura 9) dal quale risulta un valore del $L_{Aeq,T}$ di 53,0 dB(A).



**Figura 9 – Time history dei rilievi eseguiti domenica 22/09/2013.
Gli aerogeneratori funzionano per tutto il tempo di misura.
Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato risulta pari a 53,0 dB(A)**

Postazione P2 - Rilievi eseguiti dal 23/09/2013 al 26/09/2013

Analogamente a quanto fatto per la postazione P1 si riportano di seguito le time histories e gli spettrogrammi dei rilievi condotti nella postazione P2



Figura 10 – Postazione P2

Durante il rilievo eseguito fra lunedì 23/09/2013 e martedì 24/09/2013 il funzionamento degli aerogeneratori è stato d'intensità variabile. Si possono distinguere dalla time history due periodi principali, cui corrispondono i valori di $L_{Aeq,T}$ di 50,4 dB(A) e 43,8 dB(A) (rif. Figura 11 e Figura 12)

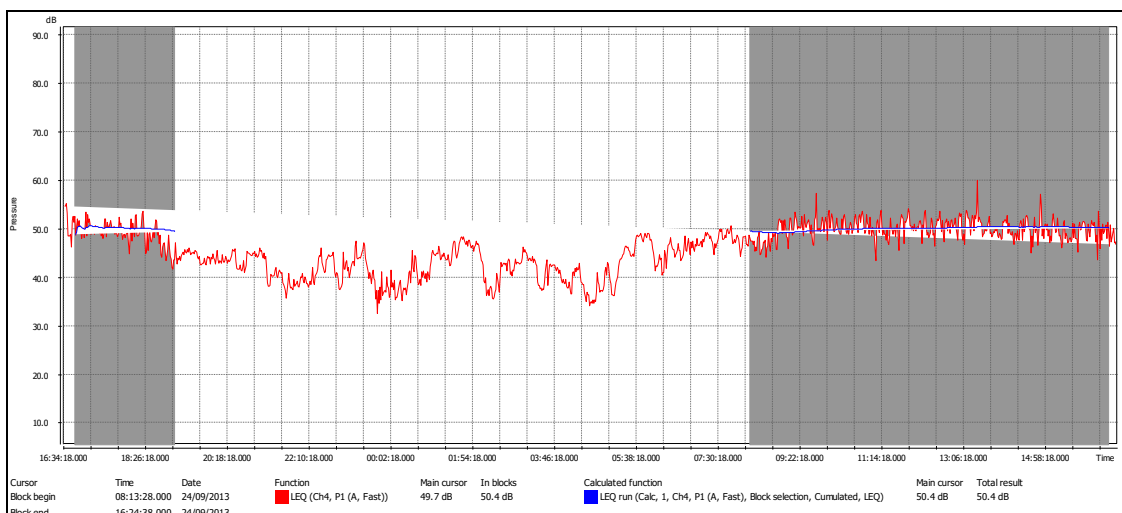


Figura 11 – Time history dei rilievi eseguiti fra lunedì 23/09/2013 e martedì 24/09/2013.

Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori.

Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 50,4 dB(A)

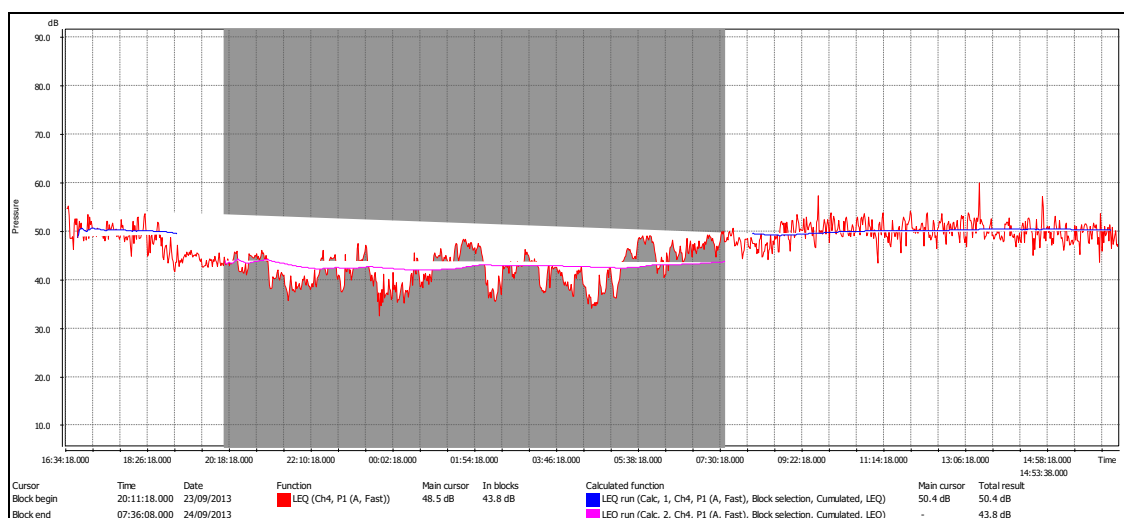


Figura 12 – Time history dei rilievi eseguiti fra lunedì 23/09/2013 e martedì 24/09/2013.

Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo.

Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 43,8 dB(A)

Nel rilievo condotto fra martedì 24/09/2013 e mercoledì 25/09/2013 è stata eseguita anche l'analisi spettrale. Anche in questo caso si riscontrano due differenti regimi di funzionamento dei generatori cui corrispondono i valori del $L_{Aeq,T}$ di 47,9 dB(A) e 36,2 dB(A).

In particolare il secondo valore del $L_{Aeq,T}$ è indicativo del rumore di fondo nel punto di misura (rif. Figura 13, Figura 14, e Figura 15).

Inoltre con talune condizioni di vento e/o orientamento degli aerogeneratori il rumore rilevato ha caratteristiche d'impulsività ai sensi del DM 16/03/1998 e risulta applicabile il fattore di correzione $K_i = +3$ dB(A) al valore del $L_{Aeq,T}$ (rif. Figura 16 e Figura 17).

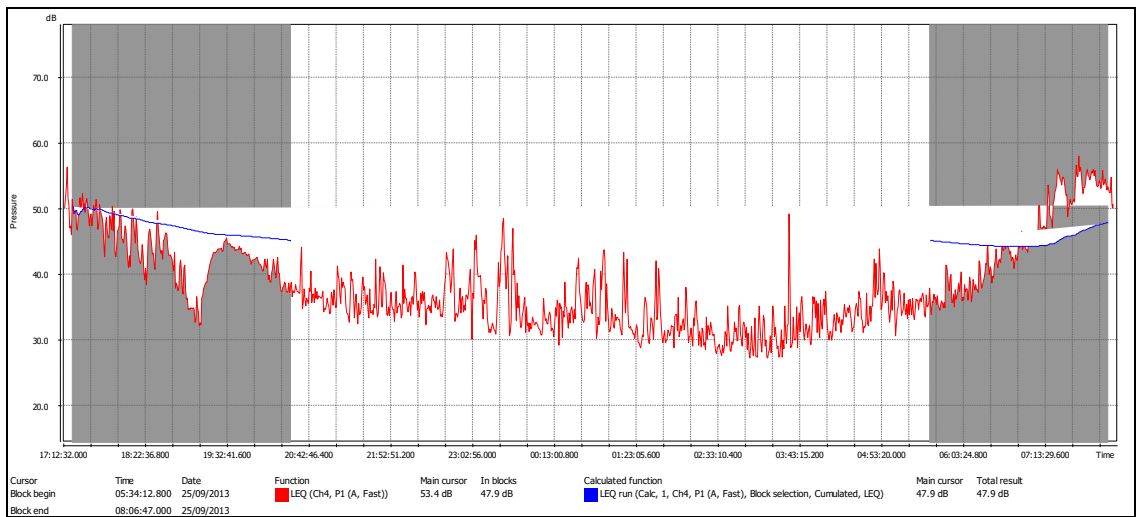


Figura 13 – Time history dei rilievi eseguiti fra martedì 24/09/2013 e mercoledì 25/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 47,9 dB(A).

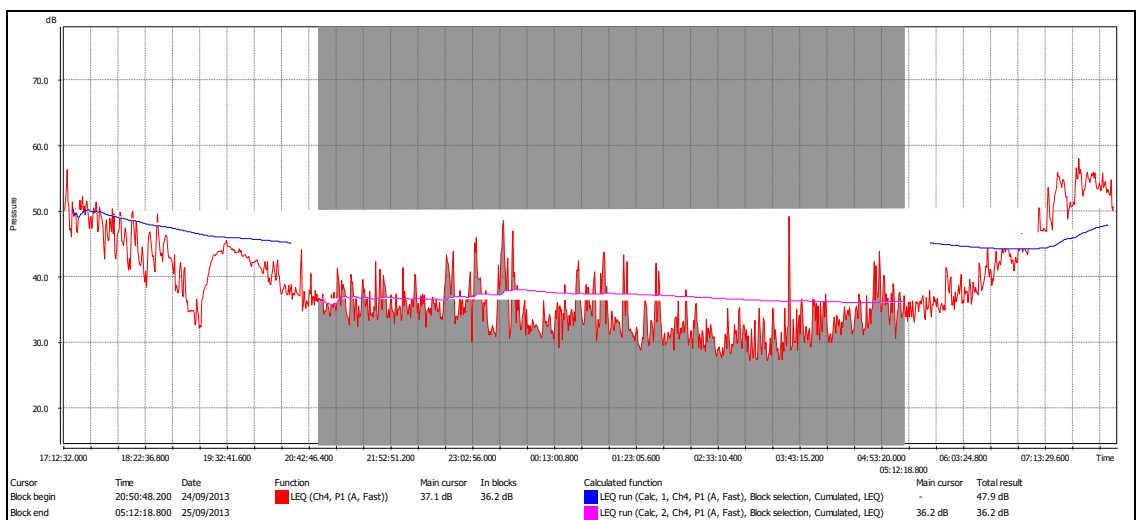


Figura 14 – Time History dei rilievi eseguiti fra martedì 24/09/2013 e mercoledì 25/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 36,2 dB(A)

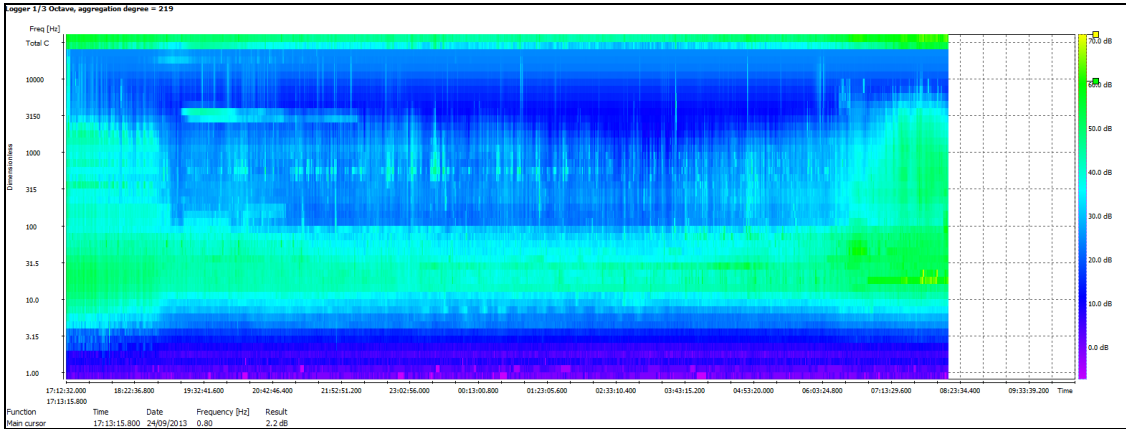
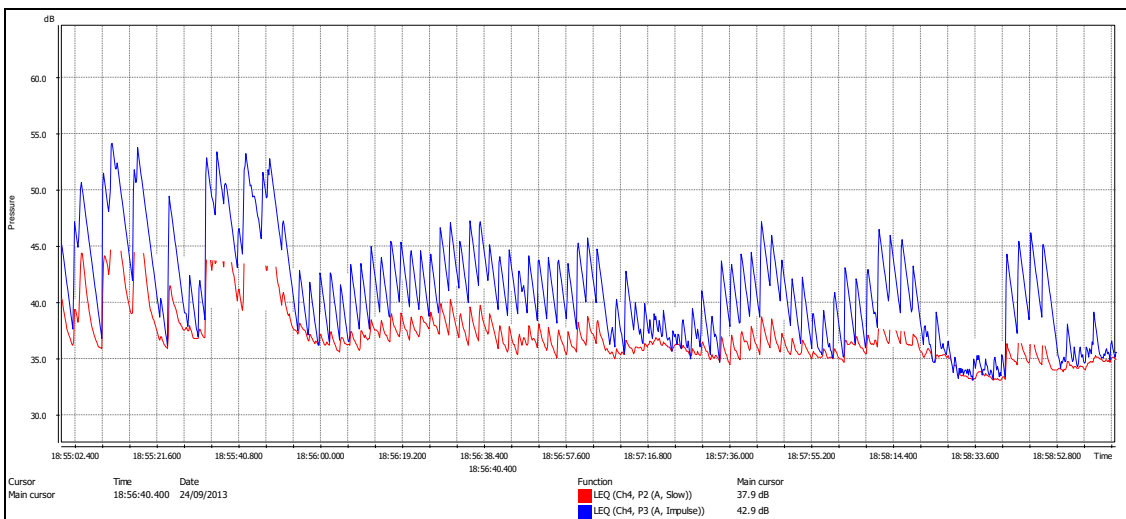
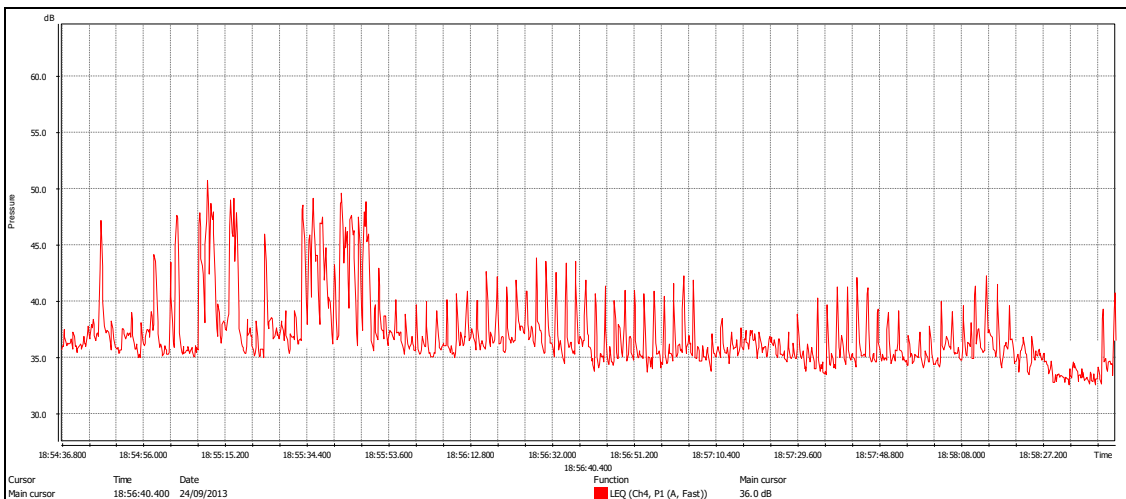


Figura 15 – Spettrogramma dei rilievi eseguiti fra martedì 24/09/2013 e mercoledì 25/09/2013.



**Figura 16 - Stralcio time history; diagrammi Lai ed Las.
Dimostrazione grafica dell'impulsività del rumore**



**Figura 17 - Stralcio time history; diagrammi LaF
Dimostrazione grafica dell'impulsività del rumore**

Il rilievo condotto fra mercoledì 25/09/2013 a giovedì 26/09/2013 completa il monitoraggio nella postazione P2. Il valore del $L_{Aeq,T}$ riscontrato durante il funzionamento degli aerogeneratori è stato di 48,3 dB(A) (rif. Figura 18).

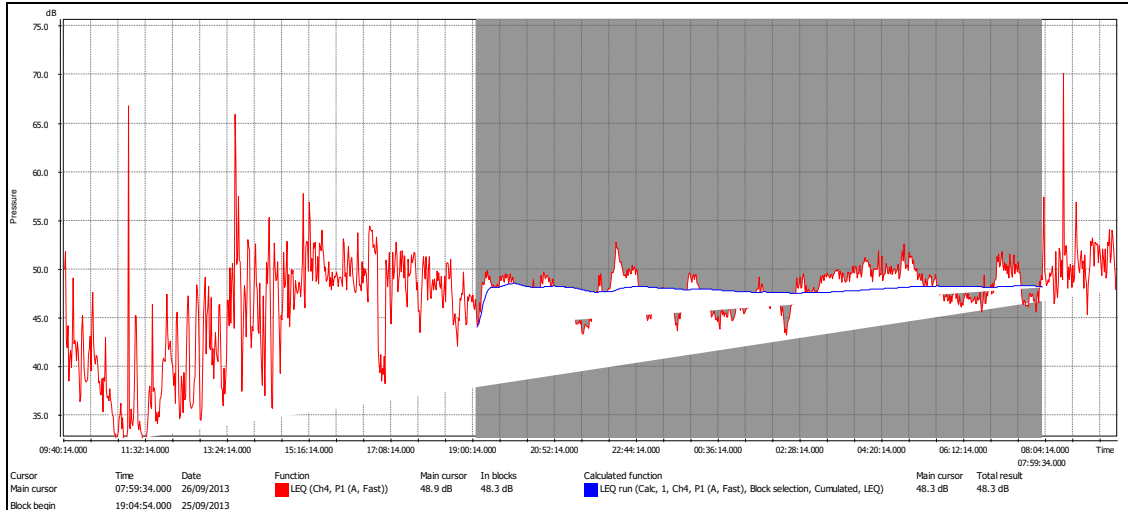


Figura 18 - Time history dei rilievi eseguiti fra mercoledì 25/09/2013 e giovedì 26/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 48,3 dB(A)

Postazione P3 - Rilievi eseguiti dal 26/09/2013 al 01/10/2013

La postazione P3 è ubicata all'interno dell'abitazione della Sig.ra Rossi. Il rilievo è stato eseguito con la finestra aperta e con la persiana chiusa.



Figura 19 – Postazione P3

In analogia a quanto eseguito nelle altre postazioni di rilievo si riportano i diagrammi delle time histories e degli spettrogrammi dai quali si evincono i periodi di funzionamento a regime degli aerogeneratori e quelli nei quali gli stessi hanno un funzionamento minimo o nullo.

Nelle didascalie di ciascun diagramma sono indicati i valori del $L_{Aeq,T}$ riscontrati.

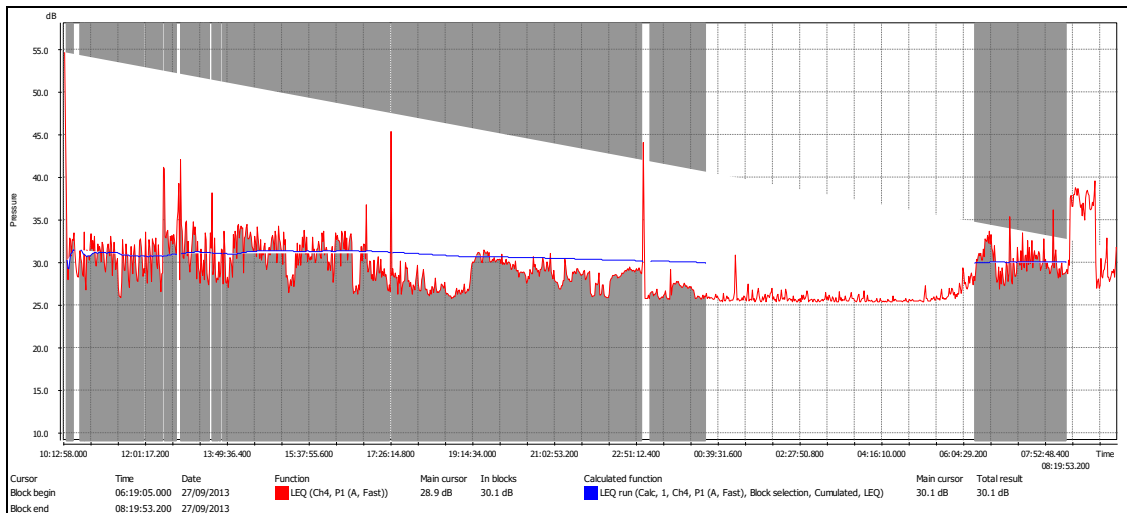


Figura 20 - Time history rilievi eseguiti fra giovedì 26/09/2013 e venerdì 27/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 30,1 dB(A).

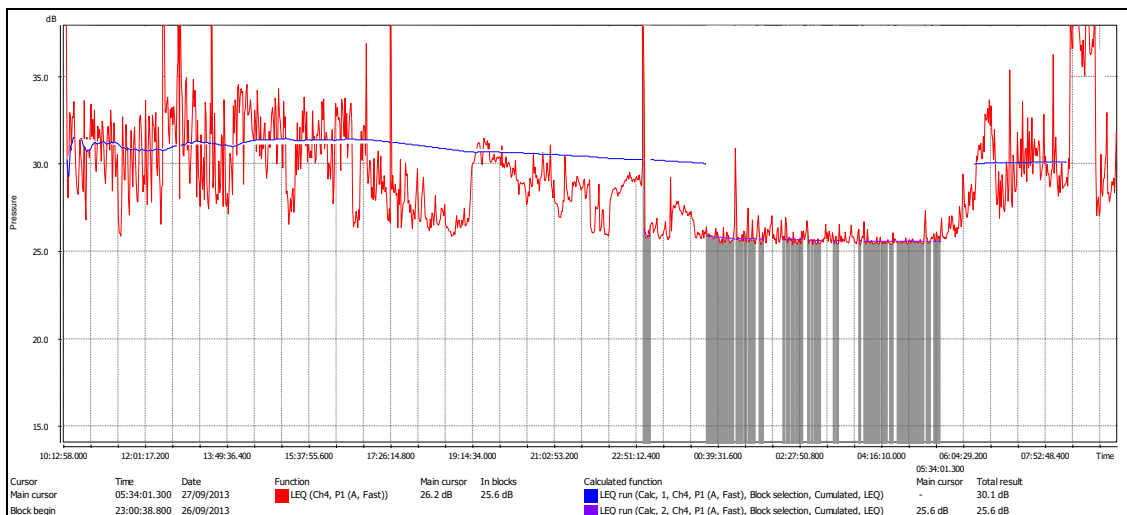


Figura 21 - Time history rilievi eseguiti fra giovedì 26/09/2013 e venerdì 27/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 25,6 dB(A).

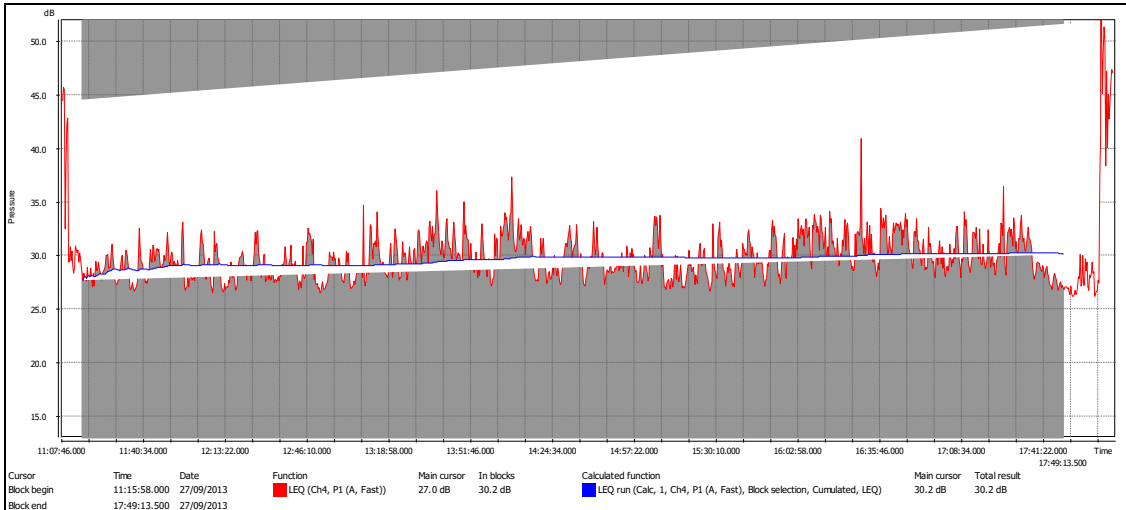


Figura 22 - Time history dei rilievi eseguiti venerdì 27/09/2013.
 Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori.
 Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 30,2 dB(A)

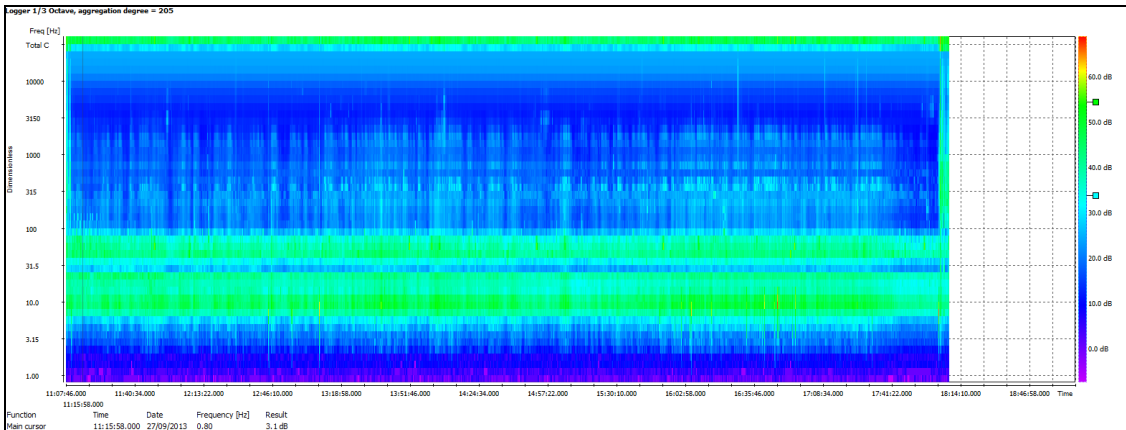


Figura 23 - Spettrogramma dei rilievi eseguiti venerdì 27/09/2013

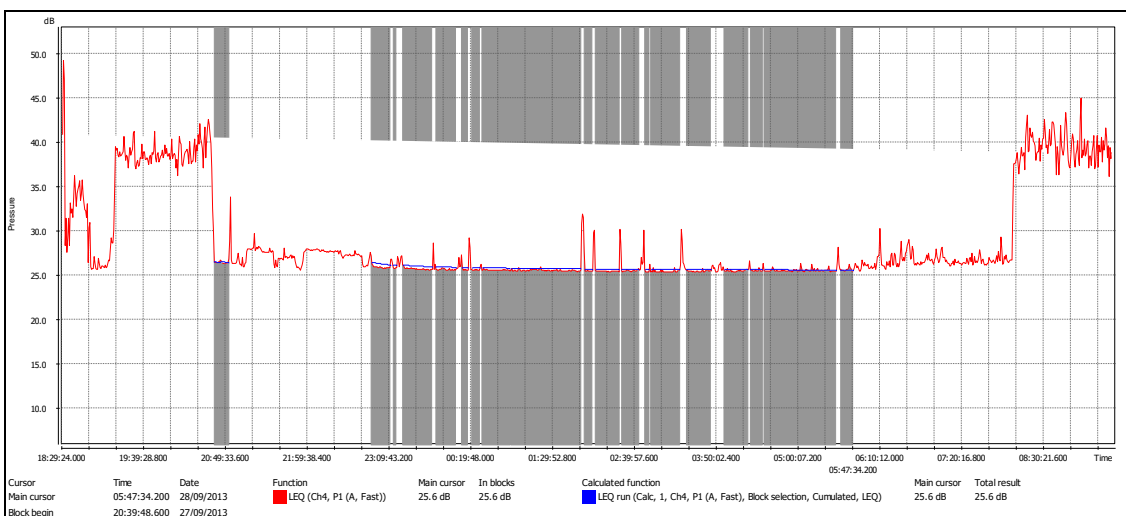


Figura 24 - Time history dei rilievi eseguiti fra venerdì 27/09/2013 e sabato 28/09/2013
 Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo.
 Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 25,6 dB(A)

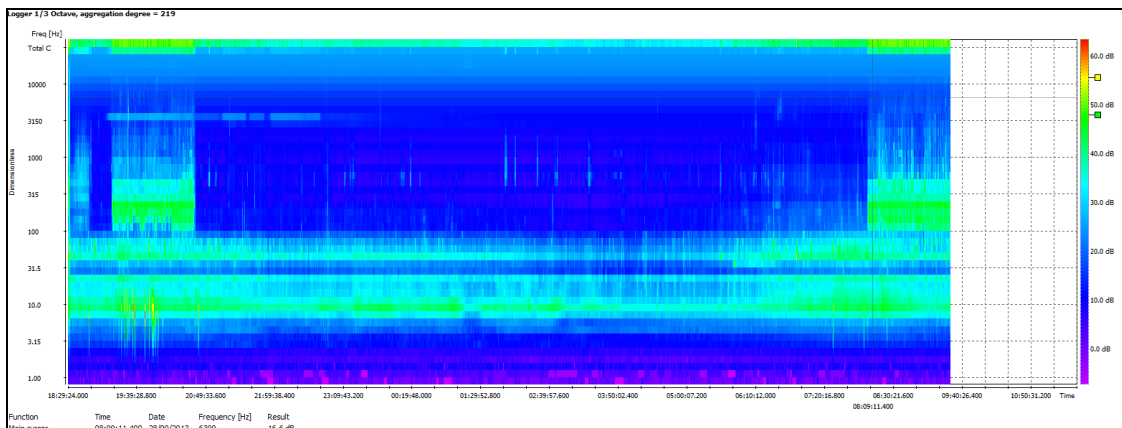


Figura 25 - Spettrogramma dei rilievi eseguiti fra venerdì 27/09/2013 e sabato 28/09/2013

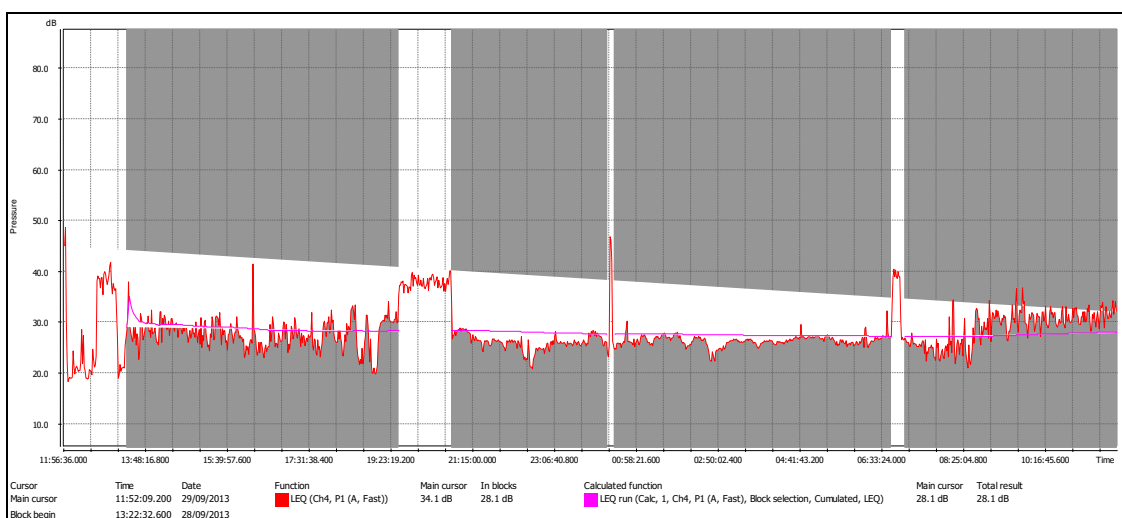


Figura 26 - Time history dei rilievi eseguiti fra sabato 28/09/2013 e domenica 29/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori. il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 28,1 dB(A)

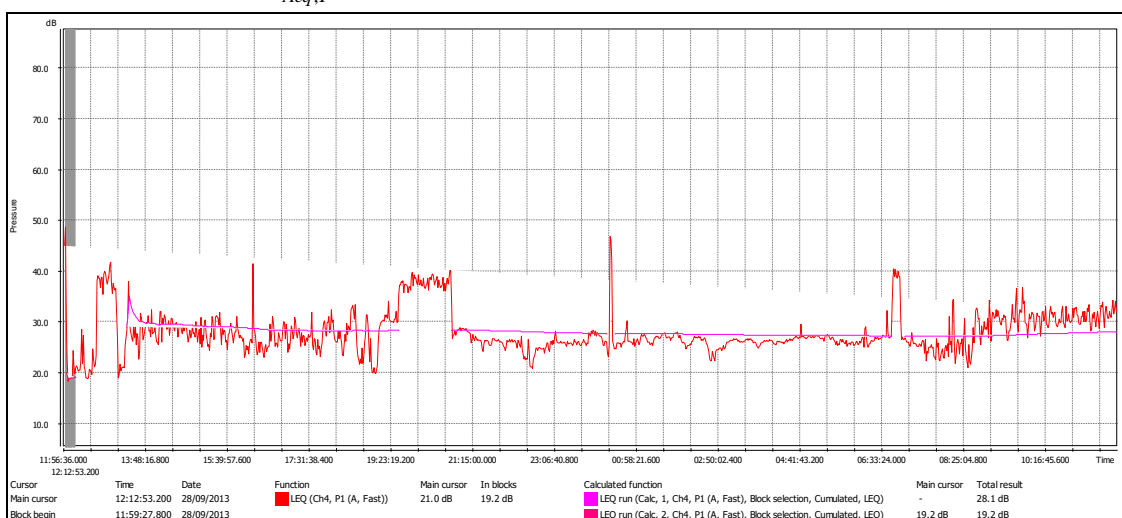


Figura 27 - Time history dei rilievi eseguiti fra sabato 28/09/2013 e domenica 29/09/2013. Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo. Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 19,2 dB(A)

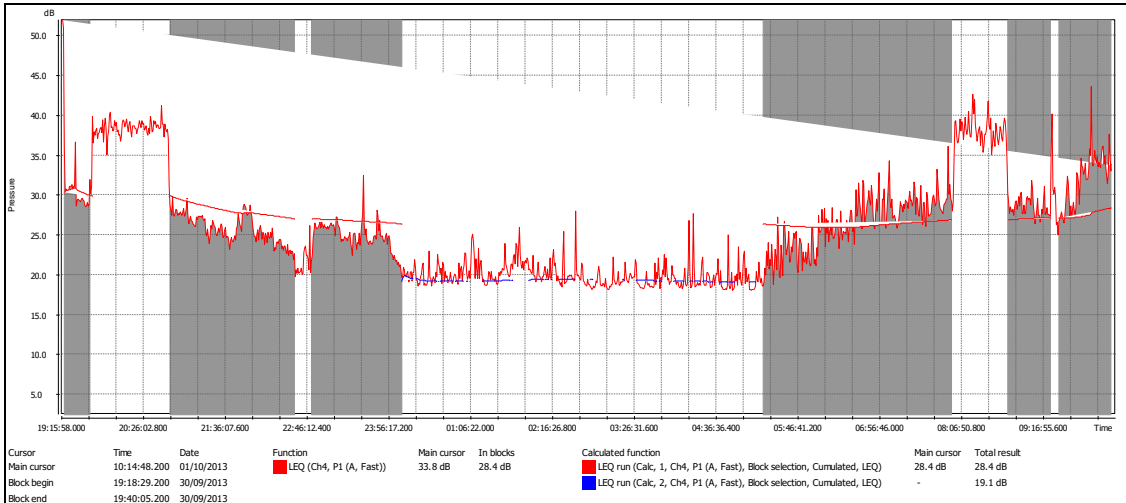


Figura 28 - Time history dei rilievi eseguiti fra lunedì 30/09/2013 e martedì 01/10/2013
 Sono evidenziati in grigio i periodi di funzionamento degli aerogeneratori.
 Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 28,4 dB(A)

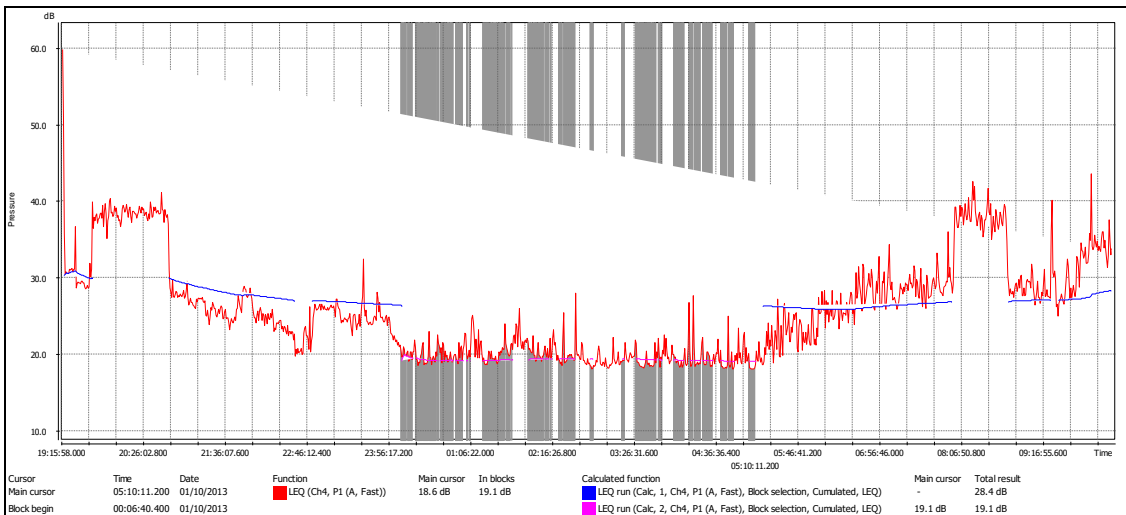


Figura 29 - Time history dei rilievi eseguiti fra lunedì 30/09/2013 e martedì 01/10/2013
 Sono evidenziati in grigio i periodi nei quali gli aerogeneratori funzionano a regime minimo o nullo.
 Il valore di $L_{Aeq,T}$ calcolato in tali intervalli di tempo risulta pari a 19,1 dB(A)

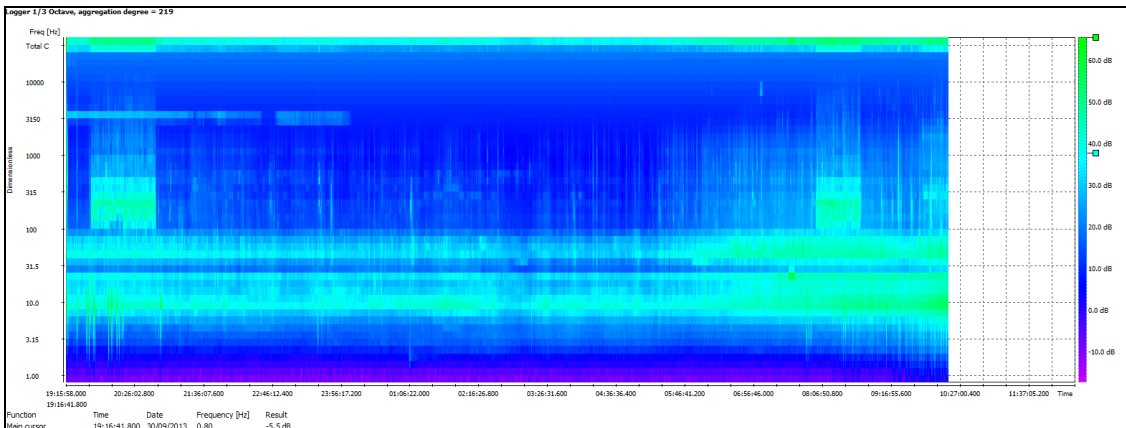


Figura 30 - Spettrogramma dei rilievi eseguiti fra lunedì 30/09/2013 e martedì 01/10/2013

Conclusioni

Dall'elaborazione dei dati rilevati si ricavano i seguenti risultati:

Data	Postazione	Tempo di misura	Valori di $L_{Aeq,T}$ con aerogeneratori in funzione dB(A)	Valori di $L_{Aeq,T}$ con aerogeneratori a regime minimo o nullo dB(A)
21/09/2013 - 22/09/2013	P1	18:54-06:43 (12 ore circa)	45,3	35,8
22/09/2013	P1	13:00-19:09 (6 ore circa)	53,0	
23/09/2013 – 24/09/2013	P2	16:34 – 16:34 (24 ore)	50,4	43,8
24/09/2013 – 25/09/2013	P2	17:12 – 08:12 (15 ore)	47,9+3	36,2
25/09/2013 – 26/09/2013	P2	09:40 – 09:40 (24 ore)	48,3	
26/09/2013 – 27/09/2013	P3	10:12 – 09:25 (24 ore circa)	30,1	25,6
27/09/2013	P3	11:07 - 18:07 (7 ore circa)	30,2	
27/09/2013 – 28/09/2013	P3	18:29 – 09:29 (15 ore)		25,6
28/09/2013 – 30/09/2013	P3	11:56 – 11:52 (24 ore)	28,1	19,2
30/09/2013 – 01/10/2013	P3	19:15 – 10 15 (15 ore)	28,4	19,1

Nella postazione P1 il rumore di fondo è valutabile in 35,8 dB(A) mentre il valore massimo del rumore prodotto dagli aerogeneratori è stato di 53,0 dB(A) con una differenza di 17,2 dB

Nella postazione P2 il rumore di fondo è valutabile in 36,2 dB(A) mentre il valore massimo del rumore prodotto dagli aerogeneratori è stato di 50,9 dB(A) con una differenza di 14,7 dB

Nella postazione P3 il rumore di fondo è valutabile in 19,1 dB(A) mentre il valore massimo del rumore prodotto dagli aerogeneratori è stato di 30,2 dB(A) con una differenza di 11,1 dB

Si può quindi concludere che il limite di 3 dB previsto per la normale tollerabilità dal criterio comparativo sia ampiamente superato.

Tanto si doveva per l'incarico ricevuto

Ing. Sergio Scardia